

学校编码: 10384
学 号: B200424008

分类号_____密级_____
UDC_____

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

基于博弈理论的网格资源调度技术
及其在 **WEB-EDA** 云中的应用

Resource Scheduling for Grid Computing Based on
Game Theory and its Application for WEB-EDA Cloud

林晓鹏

指导教师姓名: 郭东辉教授
专 业 名 称: 凝聚态物理
论文提交日期: 2011 年 5 月
论文答辩时间: 2011 年 月
学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____
评 阅 人: _____

2011 年 5 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学术论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ☒ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

网格中的用户是自治实体，他们的效用函数或目标可能不同甚至存在冲突。网格资源调度需要以用户为中心确定调度目标，能在复杂的局势下依靠有限信息做出正确的调度决策，并在满足用户利益需求的前提下兼顾网格系统整体性能。在总结前人研究成果的基础上，本论文用博弈理论研究网格资源的调度过程，分析用户在不完全信息和理性限制下的行为对网格资源调度性能的影响，研究在用户效用最大化下资源调度目标的优化设计等内容。

本论文研究的创新之处在于：

(1) 提出基于重复博弈的网格资源配置方法，将用户对网格资源的竞价过程看作由多阶段组成的博弈问题，建立了用户在各个博弈阶段竞价价格相关度的表达，实现了竞价策略调整的算法。引入“虚拟用户”将不完全信息博弈转换成完全信息博弈，解决不完全信息下的资源调度问题。

(2) 提出有限理性用户对资源选择与使用策略的进化调整算法。分别针对用户群体规模的不同，建立了用户对竞争资源的最优反应动态函数和复制进化方程，实现了相应的策略学习算法，以解决用户在资源竞争过程中的理性限制，提高预见能力，降低决策风险。

(3) 提出 RAMD 资源调度机制，采用直接显示原理促进用户提交与资源调度相关的真实信息。分析了 RAMD 机制的参与约束和激励相容约束，并将 RAMD 机制运用于动态任务的在线调度，促使理性私利用户做出有利于系统整体性能优化的行为选择。

对以上的工作，我们从理论上分析了其可行性以及相应的性能，通过系统建模和仿真实验来验证其实效性。并将本论文的研究成果应用于 SaaS 模式的 WEB-EDA 云服务平台，实现了 WEB-EDA 云服务平台资源调度器的原型。

关键词： 云计算；网格计算；资源调度；博弈理论

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Both of the Grid resource providers and consumers are autonomous in Grid environment. They have their own expectations and strategies for being part of the Grid and could join or withdraw the Grid at any time, so their expectation and action should be taken into account during Grid resource allocation. Moreover, Grid resources usually are deployed among quantity of participants, their actions affect each other.

In this thesis, we focus on the resource allocation and scheme in Grid Economy based on game theory and mechanism design theory. We analysis the bidding strategy and the action of Grid users, the economical resource allocation algorithms and scheme, the mechanism design for Grid Economy. There are several contributions in this thesis:

(1) A Grid resource allocation approach based on repeated game is proposed to deal with the bidding problem in Grid without perfect information. In the approach, this problem is equivalent to reach the equilibrium in a repeated game. In each stage of repeated game, the users bid for the resource and share the resource according to the proportion of bidding. After analyzing the situation of previous stage, users could adjust the bidding strategies in the next stage for improving their utility. We discussed the relevancy of bidding between the sequential stages, the adjusting algorithms for bidding. The stable equilibrium could be achieved in several stages.

(2) An efficient approach is presented to analyze rational conditions in the real Grid environment. The bounded rational grid users broadcast the information of resource and learn the experience each other. The algorithms, based best-response dynamic and replicator dynamics of evolutionary game, are presented respectively for large user group and small user group. The continuous learning process leads to an optimal grid resource allocation which maximums the utility of bounded rational user, and revised the optimal strategy if the Grid users take some inaccurate action.

(3)A strongly truthful mechanism for Grid resource allocation is presented, which is an online mechanism design to Grid environment with dynamic tasks and private information. We prove the participation constraint and individual rationality constrain of RAMD. The RAMD mechanism motivates the Grid users to disclose their private information truthfully.

In order to demonstrate the advantage of these schemes, we not only deliver the theoretical analysis but also verify them by system simulation results. Based on the theoretical achievement and implementation algorithms of this thesis, we developed a prototype scheduler for WEB-EDA Cloud, which provides pay-as-you-go Cloud service for EDA tool, IC design projects and IP cores management.

Key words: Cloud Computing, Grid Computing, Grid Scheduling, Game Theory.

目 录

第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 网格资源调度	4
1.3 网格资源调度的关键技术及研究进展	5
1.4 工作重点和章节安排	12
第二章 相关基础知识	16
2.1 引言	16
2.2 博弈理论及相关概念	17
2.3 网格任务模型	26
2.4 资源调度目标	30
2.5 资源调度描述	34
2.6 小结	36
第三章 不完全信息下用户竞价模型	37
3.1 引言	37
3.2 多资源多用户竞价模型	39
3.3 用户和代理算法	50
3.4 仿真结果和分析	53
3.5 小结	58
第四章 有限理性下调度决策的分析	59
4.1 引言	59
4.2 基于最优动态反应的资源博弈	60
4.3 基于复制进化的资源博弈	66
4.4 仿真结果与分析	72
4.5 小结	80
第五章 动态任务在线调度的机制设计	82

5.1 引言.....	82
5.2 动态任务调度模型.....	83
5.3 RAMD 算法的机制约束.....	88
5.4 仿真结果与分析.....	96
5.5 小结.....	103
第六章 资源调度在 WEB-EDA 云系统中的应用.....	104
6.1 引言.....	104
6.2 WEB-EDA 云服务框架.....	105
6.3 资源调度器的设计与实现.....	108
6.4 调度器在云服务平台的集成.....	111
6.5 小结.....	114
第七章 总结和展望.....	115
7.1 总结.....	115
7.2 展望.....	116
参考文献.....	118
读博士期间发表和待发表的论文.....	125
致 谢.....	127

Table of Contents

1. Introduction	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Grid Resouce Scheduling.....	4
1.3 Key Kechniques and Problem.....	5
1.4 Synopsis and Arrangement of the Thesis.....	12
2. Basis of Related Knowledge	16
2.1 Introduction.....	16
2.2 Game Theory	17
2.3 Grid Task Model.....	26
2.4 Optimization of Grid Scheduling	30
2.5 Description	34
2.6 Summary.....	36
3. A Model of Resource Allocation with Incomplete Information	37
3.1 Introduction.....	37
3.2 The Problem of Allocating Resource Among Multi-users.....	39
3.3 Algorithm and Implement.....	50
3.4 Simulation Result and Analysis	53
3.5 Summary	58
4. The Analysis and Implement of Scheduling Based Bounded Rational Game.....	59
4.1 Introduction.....	59
4.2 Resource Allocation Based on Best-Response-Dynamics.....	60
4.3 Resource Allocation Game Based on Replicator Dynamics.....	66
4.4 Simulation Result and Analysis	72
4.5 Summary	80

5. Mechanism Design for Dynamics Taskes.....	82
5.1 Introduction.....	82
5.2 Dynamics Taskes Model.....	83
5.3 The Constraintion of RAMD.....	88
5.4 Model Simulation and Analysis.....	96
5.5 Summary	103
6. Integration and Application in WEB-EDA Platform	104
6.1 Introduction.....	104
6.2 Approach for WEB-EDA platform	105
6.3 Desing and Implement of Resource Scheduler for WEB-EDA Cloud.....	108
6.4 System Running result	111
6.5 Summary	114
7. Conclusion and Future Work	115
7.1 Conclusion.....	115
7.2 Future work	116
References	118
Published and submitting paper list	125
Acknowledgement	127

第一章 绪论

本论文将网格计算中的资源调度看作自主、私利用户之间的博弈问题，希望用博弈理论来研究网格计算中的资源调度，分析自治用户的自主行为对资源调度性能的影响。通过适当的机制设计来实现用户对资源需求与系统整体性能的统一，提高网格资源调度的性能。为了说明本论文工作的必要性和可行性，本章首先介绍云计算与网格计算的关系；其次对网格计算特点及相关知识进行阐述，介绍网格资源调度系统的功能；然后对网格资源调度的关键技术进行阐述，并对网格资源调度关键技术的研究过程进行回顾，分析和总结各种研究方法的优缺点，对运用博弈理论来分析网格资源调度的可行性与应用前景进行说明，对该研究中需要解决的一些重要技术问题进行论述，针对这些问题，我们设定了本论文要重点开展的研究课题；最后，对本论文其他各章节的内容安排进行简要介绍。

1.1 引言

云计算（Cloud Computing）^[1]正成为当前业界的热门话题，云计算的思想是将大量网络资源实体融合成一个具有强大处理能力的系统，进行统一管理和调度，形成一个应用的虚拟“云”向用户提供便捷服务。用户不需要关注或掌握与“云”的组成和管理有关的知识，只要“按需付费”就可使用网络资源和服务，并可随时根据用户需求变化进行弹性扩展，通过不断地提升“云”的处理能力，可以极大地减少用户终端的处理负担。业内对云计算有不同的理解，其中维基百科对云计算的解释为^[2]：“将相关的 IT 能力以服务的方式提供给用户，使得用户在不需要了解提供服务的技术及相关知识，不必掌握设备操作能力的情况下，通过 Internet 获取所需的服务”。

根据所服务的对象范围，云计算可分为私有云（Private Cloud）和公共云（Public Cloud）^[3]。按提供的服务模式不同，云计算的实现可分为 IaaS（Infrastructure as a Service）、PaaS（Platform as a Service）和 SaaS（Software as a Service）三种层次。当前代表性的云计算应用中提供 IaaS 层次服务有 Amazon EC2、Hadoop；提供 PaaS 层次服务有 Google AppEngine、Windows Azure；提供 SaaS 层次服务有 Google Documents 等。

云计算的本质是通过互联网实现管理资源、提供应用服务的计算技术，因此需要通过中间件平台屏蔽底层资源的差异性，并可按用户对服务需求的变化动态地部署虚拟资源，并且保障业务的可靠性和服务的安全性。因此中间件平台是云计算的核心，它为云计算服务的快速开发、灵活部署、可靠运行、有效管理、快速集成提供一个基础的计算平台^[4]。云计算的中间件平台与网格计算^[5]的功能极为相似，如表 1 所示。

表 1 网格计算与云计算的资源特征比较

资源特征	网格计算	云计算中间件平台
异构性	支持软、硬件层次的异构性	支持软、硬件层次的异构性
虚拟化	虚拟组织（OA）	虚拟机（VM）
可扩展性	可变，较好	按需提供
标准化	比较完善	有待解决

因此，对于理想的云计算，可以通过虚拟化^[6]（Virtualization）、网格计算（Grid Computing）和应用服务三个层次提供基于 Web Service 的 SOA（Service-Oriented Architecture）云计算服务^[7]，如图 1.1 所示。

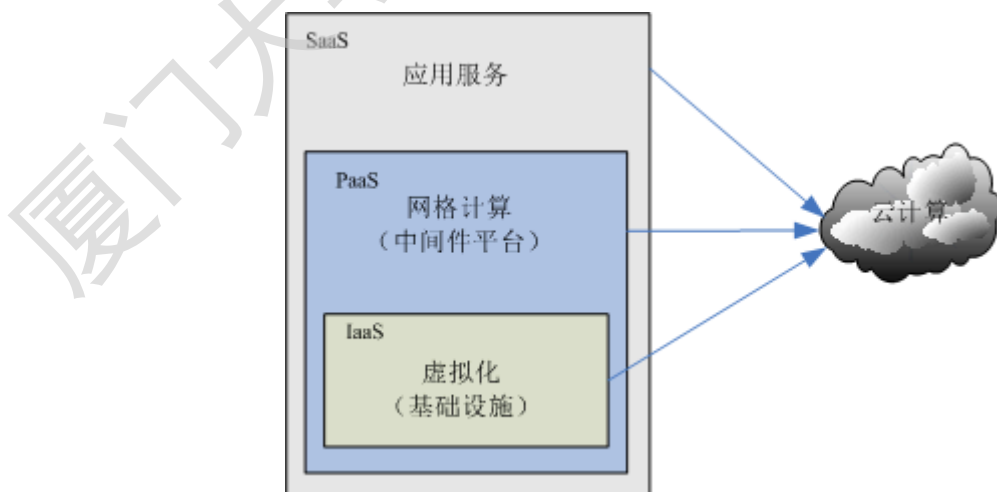


图 1.1 云计算的技术基础

其中，虚拟化技术用于构建云计算的架构基础，通过虚拟化技术将分布在不

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库